



(11)

**EP 4 411 666 A1**

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**07.08.2024 Bulletin 2024/32**

(21) Numéro de dépôt: **24152159.0**

(22) Date de dépôt: **16.01.2024**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):  
**G06V 10/143** (2022.01) **G06V 40/16** (2022.01)  
**G06V 40/40** (2022.01) **H04N 25/11** (2023.01)  
**G06V 10/141** (2022.01) **H04N 25/13** (2023.01)  
**H04N 25/131** (2023.01)

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):  
**G06V 10/143; G06V 10/141; G06V 40/172;**  
**G06V 40/45; H04N 25/13; H04N 25/131**

(84) Etats contractants désignés:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Etats d'extension désignés:  
**BA**  
Etats de validation désignés:  
**GE KH MA MD TN**

(30) Priorité: **03.02.2023 FR 2301041**

(71) Demandeur: **IDEMIA Identity & Security France**  
**92400 Courbevoie (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **BEAUDET, Jean**  
**92400 Courbevoie (FR)**  
• **CHU, Baptiste**  
**92400 COURBEVOIE (FR)**  
• **SIWEK, Jean-François**  
**92400 COURBEVOIE (FR)**  
• **MAILLARD, Sylvain**  
**92400 COURBEVOIE (FR)**

(74) Mandataire: **Idemia**  
**2, place Samuel de Champlain**  
**92400 Courbevoie (FR)**

(54) **SYSTÈME D'ACQUISITION D'UNE IMAGE COULEUR ET D'UNE IMAGE INFRAROUGE D'UNE SCÈNE**

(57) Système d'acquisition (100) comprenant :  
- un dispositif (1) d'acquisition d'image, sensible aux longueurs d'onde visibles et infrarouge, comprenant :  
- un capteur (14) ;  
- un objectif (10) configuré pour focaliser la lumière reçue en entrée du dispositif d'acquisition (1) sur le capteur (14), un filtre (12) passe double bande étant placé devant le capteur (14);  
- un module (16) de traitement configuré pour séparer,

en sortie de capteur (14), l'image infrarouge ( $I_{IR}$ ) et l'image visible ( $I_{VIS}$ ) et pour définir au moins un signal à asservir et une consigne d'asservissement afférente de signal infrarouge en fonction de laquelle est pilotée au moins une source artificielle de lumière (20,30);

- l'au moins une source artificielle (20,30) de lumière éclairant ladite scène comportant une source artificielle (20) de lumière infrarouge.

[Fig 1]

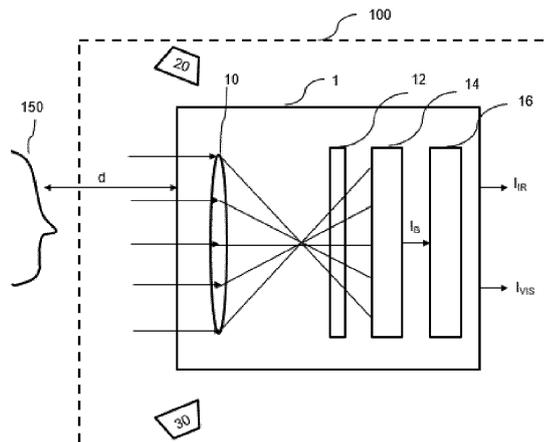


Fig. 1

**EP 4 411 666 A1**

## Description

[0001] L'invention concerne un procédé d'acquisition d'une image couleur et d'une image infrarouge d'une scène, ainsi que le système d'acquisition mettant en oeuvre ledit procédé.

[0002] L'invention s'applique, notamment, à des domaines techniques tels que la sécurité pour la reconnaissance d'informations biométriques, notamment des visages, d'un individu.

## Etat de la technique antérieure

[0003] Pour réaliser un système de reconnaissance faciale avec anti-fraude, un système de caméra permettant d'acquérir de manière simultanée à la fois une image proche infrarouge du visage, et une image dans le spectre visible est classiquement utilisé.

[0004] Pour réduire le coût et l'encombrement d'un tel système on connaît le document FR3102324 qui décrit un dispositif permettant de combiner les deux images sur un capteur d'image unique, ce dispositif d'acquisition d'image RVB ne comprenant aucun filtre infrarouge et comprenant un filtre passe-haut configuré pour atténuer la composante bleue de la lumière de sorte à récupérer une information infrarouge sur des photosites bleus. Ce dispositif offre une bonne résolution de la composante verte cependant dans les environnements lumineux d'utilisation d'un tel dispositif, il peut y avoir des différences très importantes de niveau entre l'infrarouge et le visible, ce qui rend difficile et même impossible l'exploitation des deux images infrarouge et visible en même temps, en raison de la dynamique limitée des capteurs d'image. En outre, avec un unique jeu de configuration de paramètres d'exposition tels que le temps d'exposition et le gain, ce dispositif ne permet pas de restituer correctement les deux images.

[0005] Les cas d'usage dans lesquels les différences de niveau sont très importantes entre l'infrarouge et le visible concernent notamment :

- les environnements lumineux sans lumière ambiante naturelle, c'est à dire comprenant une lumière ambiante uniquement de source artificielle, telle qu'un éclairage par diode électroluminescente LED de l'acronyme Light Emitting Diode, car ces environnements ne comprennent quasiment aucun signal lumineux infrarouge ou proche infrarouge, mais uniquement des signaux lumineux dans le visible ;
- les environnements lumineux dont la lumière naturelle est filtrée au moyen par exemple de film anti-chaud disposé sur les vitres, car ces environnements ne comprennent également que très peu de signal lumineux infrarouge ;
- les environnements non lumineux, car dans le noir complet aucun signal n'est reçu.

[0006] Une solution peut consister en l'ajout au dispositif d'un éclairage émettant dans le visible, appelé aussi éclairage blanc, et d'un éclairage émettant dans l'infrarouge, lorsque les deux caméras sont séparées, chacune étant sensible à un seul éclairage, soit visible, soit infrarouge, mais en cas de caméra unique sensible aux deux longueurs d'onde, l'application directe de cette solution ne convient pas. En outre, l'intégration de deux caméras génère des contraintes d'architecture, de coût et d'encombrement.

[0007] La présente invention vise à pallier au moins en partie ces inconvénients, menant éventuellement à d'autres avantages.

## Exposé de l'invention

[0008] L'invention concerne un système d'acquisition d'une image couleur et d'une image infrarouge d'une scène, ledit système d'acquisition comprenant :

- un dispositif d'acquisition d'image, ledit dispositif étant sensible aux longueurs d'onde visibles et infrarouge, comprenant :
  - un capteur ;
  - un objectif configuré pour focaliser la lumière reçue en entrée du dispositif d'acquisition sur le capteur, un filtre passe double bande étant placé devant le capteur, et notamment entre l'objectif et ledit capteur ;
  - un module de traitement connecté audit dispositif d'acquisition d'image configuré pour séparer, en sortie de capteur, l'image infrarouge et l'image visible et pour définir au moins un signal à asservir et une consigne d'asservissement afférente, ladite au moins une consigne d'asservissement étant une consigne d'asservissement de signal infrarouge et/ou visible en fonction de laquelle est pilotée au moins une source artificielle de lumière;
- l'au moins une source artificielle de lumière éclairant ladite scène, ladite au moins une source comportant une

source artificielle de lumière infrarouge émettant un signal lumineux dans l'infrarouge et/ou une source artificielle de lumière visible émettant un signal lumineux dans le visible.

5 **[0009]** Ce système d'acquisition permet, avec une unique caméra, et donc un avantage en terme de compacité, d'obtenir deux images (infrarouge et visible) exploitables, pour de la reconnaissance biométrique ou de la lecture de code visuel, dans toutes les conditions lumineuses.

**[0010]** Par exemple, le filtre passe double bande pourrait être constitué d'un réseau de filtres.

**[0011]** De manière avantageuse, ledit dispositif d'acquisition d'image comprend un filtre double bande passante dont :

- 10 - en cas de capteur à au moins quatre photosites différents, la première bande passante du filtre est configurée pour laisser passer des longueurs d'ondes visibles, notamment inférieures à 650 nm, et en cas de capteur à trois photosites différents, la première bande passante du filtre est configurée de manière à atténuer la composante bleue de la lumière, notamment avec une première bande passante s'étendant par exemple entre 530 à 650 nm; et
- 15 - la seconde bande passante est configurée pour laisser passer les longueurs d'onde infrarouge, notamment la seconde bande passante s'étend de 800 à 875 nm ;

ce qui permet notamment, grâce à la bande infrarouge restreinte, d'avoir une répétabilité dans le rendu des images infrarouge versus les conditions lumineuses externes, le spectre est donc maîtrisé.

20 **[0012]** Par exemple, dans ces capteurs, les quatre photosites différents comprennent notamment les photosites Rouge, Vert, Bleu et Infrarouge et les trois photosites différents sont notamment les photosites Rouge Vert et Bleu, sachant que selon l'invention dans le cas d'un tel capteur à trois photosites, ce dernier photosite n'est plus sensible qu'à l'Infrarouge, de par l'application du filtre, ce qui permet une bonne acquisition des visages puisque la composante bleue n'y est guère représentée.

25 **[0013]** Avantageusement, la seconde bande passante s'étend à partir de 760 nm-800 nm, ce qui permet de récupérer du signal infrarouge suffisant même en cas de présence de film anti-chaueur car ce dernier coupe autour de 800 nm. En effet, sans cette bande passante élargie, en cas de film anti-chaueur il pourrait y avoir plus de 10klux de visible et quasiment pas d'infrarouge, il faudrait donc que le système soit apte à fournir un éclairage infrarouge capable de générer le même niveau de signal que l'éclairage visible de 10klux pour distinguer l'infrarouge. Mais grâce à l'élargissement de la bande passante, il y a suffisamment d'infrarouge pour obtenir une image, sans avoir besoin d'éclairage infrarouge, dont le dimensionnement peut être réduit de manière à ce qu'il soit apte à générer un niveau de signal équivalent à un éclairage visible de 1000 lux seulement, de façon à répondre au cas d'usage correspondant à de la lumière ambiante (non émise par le système) artificielle forte, par LED par exemple.

30 **[0014]** De manière avantageuse :

- 35 - la source artificielle de lumière émettant dans l'infrarouge est configurée pour émettre, dans une plage de distance d'utilisation, notamment de 40 à 100 cm, un signal équivalent au signal généré par une lumière visible ambiante intense, notamment 1000 lux, par exemple une diode électroluminescente à 850 nm, dont le spectre s'étend de 800 à 875nm et/ou
- 40 - la source artificielle de lumière émettant dans le visible est configurée pour éclairer de manière satisfaisante dans le noir complet, notamment 50 lux à une distance d'utilisation d'environ 70 cm;

ce qui permet de disposer de sources de lumière visible et infrarouge ou proche infrarouge puissantes sans présenter de risque ni inconfort (éblouissement) pour l'utilisateur, l'éclairage infrarouge pouvant être modulé en intensité, notamment entre 0 et l'équivalent de 1000 lux.

45 **[0015]** Avantageusement, le système comporte un autre dispositif de prise de vue uniquement sensible dans le visible, synchronisé sur le dispositif d'acquisition et dont les paramètres d'exposition sont contrôlés indépendamment de ceux du dispositif d'acquisition, ce qui permet la stéréoscopie et ainsi de détecter des fraudes de tous types à coût restreint.

50 **[0016]** De manière avantageuse l'autre dispositif peut comporter un capteur monochrome ou un capteur aux photosites au moins Rouge, Vert et Bleu, ce qui permet d'obtenir de la stéréoscopie à coût réduit.

**[0017]** L'invention concerne également un procédé d'acquisition d'une image couleur et d'une image infrarouge d'une scène, ledit procédé d'acquisition comprenant des étapes de :

- 55 - réception d'une image à partir d'un dispositif d'acquisition d'image sensible aux longueurs d'onde visibles et infrarouge ;
- traitement de ladite image reçue séparant l'image infrarouge et l'image visible et définissant au moins un signal à asservir et une consigne d'asservissement afférente, ladite au moins une consigne d'asservissement étant une consigne d'asservissement de signal infrarouge et/ou visible en fonction de laquelle est pilotée au moins une source

artificielle de lumière infrarouge et/ou visible ;

le procédé présentant les mêmes avantages que le système.

**[0018]** De manière avantageuse, l'image reçue comporte des métadonnées, telles que gain et temps d'exposition propres à ladite image reçue.

**[0019]** Avantageusement, l'étape de traitement comporte une étape de détection d'un objet dans l'image couleur et/ou infrarouge et de détermination de distance entre l'objet détecté et ledit dispositif d'acquisition, ce qui permet d'estimer le signal additionnel produit par l'éclairage artificiel du système sur l'objet.

**[0020]** De manière avantageuse, l'étape de traitement comporte une étape de calcul d'au moins deux métriques sur tout ou partie de l'image, la première métrique caractérisant le signal infrarouge, la deuxième métrique caractérisant le signal visible, ce qui permet de quantifier les deux types de signaux et de pouvoir ensuite les comparer, notamment entre eux.

**[0021]** Avantageusement, ladite partie de l'image est une région d'intérêt de l'image délimitant ledit objet détecté, ledit objet étant notamment une partie corporelle ou une information, telle qu'un code visuel, notamment imprimée sur un document physique, ce qui permet de circonscrire le calcul des métriques à une zone d'intérêt dans l'image, telle qu'un visage dans le cadre par exemple d'une application à la reconnaissance faciale, ou telle qu'une information en cas d'application à la lecture de documents physiques.

**[0022]** De manière avantageuse, les au moins deux métriques sont calculées comme étant au minimum la moyenne sur tout ou ladite partie de l'image sur chaque canal de longueur d'onde dudit signal caractérisé, ce qui permet de ne pas travailler avec des images proches de la saturation.

**[0023]** Avantageusement, l'étape de traitement comporte :

- une étape d'estimation d'une composante de la première métrique caractérisant une quantité de signal infrarouge due à l'infrarouge ambiant c'est-à-dire non émis par l'au moins une source artificielle de lumière infrarouge et/ou visible, et ;
- une étape de calcul de répartition d'éclairage ambiant, notamment sous la forme du ratio de quantité de la composante de la première métrique caractérisant le signal infrarouge due à l'infrarouge ambiant sur la deuxième métrique, et ;
- une étape de comparaison de ladite répartition à une répartition cible prédéterminée,

et en ce que la consigne d'asservissement du signal infrarouge est fonction de ladite comparaison, et notamment en ce que la consigne d'asservissement du signal visible est fonction de ladite comparaison ; ce qui permet un calcul simple et peu consommateur de ressource de la répartition lumineuse.

**[0024]** De manière avantageuse, ladite répartition cible prédéterminée est fonction du rapport du niveau logique infrarouge sur niveau logique visible, lesdits niveaux logiques étant notamment déterminés de manière à ce que la somme de ces deux consignes soit inférieure à la moitié du signal maximal qui peut être restitué par la caméra. En effet, sachant que sur la caméra, les canaux visibles sont également sensibles à l'infrarouge, la somme de ces deux consignes est préférentiellement inférieure à la moitié du niveau logique maximal du signal  $N_{max}$  qui peut être restitué par la caméra, par exemple  $N_{max} = 1023$  dans le cas d'une caméra avec une sortie 10 bits, de manière à éviter les saturations et conserver une marge suffisante.

**[0025]** De manière avantageuse, la consigne d'asservissement du signal visible est fonction de ladite comparaison, en ce que si la répartition d'éclairage ambiant calculée est supérieure à la répartition cible alors le signal asservi est le signal infrarouge sur la consigne infrarouge et sinon le signal asservi est le signal visible sur la consigne visible, ce qui permet d'atteindre la consigne même en cas d'infrarouge ambiant moindre, sachant qu'il n'existe guère de cas d'usage opposé, c'est à dire dans lesquels il existe un excès important d'infrarouge dans la scène.

**[0026]** De manière avantageuse, l'étape de traitement comporte :

- une étape de calcul de paramètre d'exposition du dispositif d'acquisition à appliquer, tel que gain et/ou temps d'exposition, notamment en fonction du rapport de l'au moins une consigne d'asservissement sur ledit signal à asservir afférent, pour atteindre ladite au moins une consigne d'asservissement ;
- une étape de calcul de commande de pilotage de la source artificielle de lumière infrarouge et/ou visible ;

ce qui permet d'atteindre la consigne d'asservissement du signal à asservir au moyen de paramètres facilement pilotables.

**[0027]** Avantageusement, lesdits paramètres d'exposition (notamment gain et temps d'exposition) à appliquer sont notamment déterminés de manière à ce que leur produit soit égal à au produit desdits paramètres en cours d'application multipliés par un ratio de la consigne à asservir par le signal asservi, ce qui permet d'asservir de manière proportionnelle et linéaire.

**[0028]** De manière avantageuse, l'étape de calcul de la commande de pilotage de la source artificielle de lumière infrarouge du système est effectuée en calculant d'abord le signal infrarouge additionnel nécessaire pour atteindre la consigne d'asservissement du signal infrarouge connaissant le signal infrarouge ambiant, par soustraction à la consigne

5 d'asservissement du signal infrarouge dudit ratio multiplié par le signal infrarouge ambiant :  $S'_{IRadditionnel} = C_{IR} -$   
Ratio  $\cdot S_{IRambiant}$ , puis on calcule un rapport cyclique à appliquer à la source d'éclairage infra-rouge.

**[0029]** Avantageusement, la commande de pilotage de la source artificielle de lumière infrarouge du système est réalisée par modulation du rapport cyclique, ce qui permet de générer un signal équivalent à un éclairage visible entre

10 **[0030]** De manière avantageuse, lors de l'étape de calcul de la commande de pilotage de la source artificielle de lumière visible du système

- Si l'éclairage blanc était éteint, et que le produit des paramètres d'exposition dépasse un seuil d'allumage prédéterminé alors on allume l'éclairage blanc ;

15 - Si l'éclairage blanc était allumé, et que le produit des paramètres d'exposition est inférieur à un seuil d'extinction prédéterminé alors on éteint l'éclairage blanc.

**[0031]** Avantageusement, la commande de pilotage de la source artificielle de lumière visible du système est binaire, ce qui permet une commande simple par hystérésis.

**[0032]** Avantageusement, le procédé d'acquisition comporte une étape d'initialisation effectuant un balayage itératif de configurations jusqu'à la détection de l'objet, chaque configuration comprenant au moins un paramètre d'exposition, tel que gain et/ou temps d'exposition, et un paramètre d'intensité de l'au moins une source de lumière artificielle, les valeurs desdits paramètres étant fixées à des valeurs prédéterminées dans chaque configuration ;

25 ce qui permet de détecter l'objet recherché quel que soit l'environnement lumineux, car les valeurs fixées des paramètres de chaque configuration correspondent à des optimums dans des cas d'usage distincts, et autant de configurations que de cas d'usage identifiés sont testés l'un après l'autre itérativement jusqu'à « accrocher » l'objet recherché.

**[0033]** Avantageusement, la répartition cible prédéterminée est définie lors de l'étape d'initialisation.

30 **[0034]** De manière avantageuse, lesdites configurations sont enregistrées sous forme de table dans le module de traitement.

**[0035]** Avantageusement, le procédé d'acquisition selon l'invention est mis en oeuvre par le module de traitement du dispositif selon l'invention.

35 **[0036]** L'invention concerne également un procédé d'authentification d'une partie corporelle caractérisé en ce qu'il comprend:

- acquérir une image couleur et une image infrarouge de ladite partie corporelle par le procédé d'acquisition selon l'invention et en ce que l'objet détecté est une partie corporelle; et

40 - authentifier la partie corporelle à partir desdites images couleur et infrarouge ; ledit procédé d'authentification présente les mêmes avantages que le procédé d'acquisition, et permet la reconnaissance biométrique.

**[0037]** L'invention concerne également un dispositif d'authentification d'une partie corporelle, comprenant:

- un système d'acquisition d'image selon l'invention ; et

45 - le module de traitement étant configuré pour détecter une partie corporelle à partir de l'image reçue et pour effectuer une authentification de ladite partie corporelle détectée à partir desdites images couleur et infrarouge ;

ce qui présente les mêmes avantages que le système d'acquisition selon l'invention et permet l'authentification biométrique, en utilisant notamment l'image visible pour "reconnaître" la personne et l'image Infrarouge pour vérifier l'authenticité du visage (autrement dit détecter une éventuelle fraude).

50 **[0038]** L'invention concerne également un programme d'ordinateur, comprenant des instructions pour mettre en oeuvre, par un dispositif, le procédé d'acquisition selon l'invention, lorsque ledit programme est exécuté par une unité de calcul dudit dispositif, ledit programme présentant les mêmes avantages que précédemment cités. L'unité de calcul peut notamment être celle du module de traitement du dispositif selon l'invention.

55 **[0039]** L'invention concerne en outre des moyens de stockage, stockant un programme d'ordinateur comprenant des instructions pour mettre en oeuvre, par un dispositif, le procédé d'acquisition selon l'invention, lorsque ledit programme est exécuté par une unité de calcul dudit dispositif, lesdits moyens présentant les mêmes avantages que précédemment cités. L'unité de calcul peut notamment être celle du module de traitement du dispositif selon l'invention.

**Breve description des dessins**

**[0040]** L'invention sera bien comprise et ses avantages apparaitront mieux à la lecture de la description détaillée qui suit, donnée à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

5

la figure 1 présente schématiquement un système d'acquisition d'image selon un mode de réalisation de l'invention ;  
la figure 2 illustre schématiquement un exemple d'architecture matérielle d'un module de traitement du système d'acquisition d'image selon un mode de réalisation ;

10

la figure 3 illustre un procédé d'acquisition d'une image infrarouge et d'une image couleur selon un mode de réalisation ;

la figure 4 présente schématiquement un système d'acquisition d'image selon un autre mode de réalisation de l'invention ;

la figure 5 présente un dispositif d'authentification selon un mode de réalisation ; et

la figure 6 illustre un procédé d'authentification selon un mode de réalisation.

15

Les éléments identiques représentés sur les figures précitées sont identifiés par des références numériques identiques.

**Exposé détaillé**

20 **[0041]** La figure 1 illustre un système d'acquisition d'image selon un mode de réalisation de l'invention.

**[0042]** Le système 100 d'acquisition d'image comporte un dispositif d'acquisition 1 d'images comprenant un objectif 10 lequel comprend au moins une lentille. L'objectif 10 est configuré pour focaliser la lumière reçue en entrée du système et plus précisément du dispositif d'acquisition 1 sur un capteur 14, tel qu'un capteur CCD (de l'anglais « Charge Couple Device ») ou CMOS (de l'anglais « Complementary Metal Oxide Semiconductor »). Le capteur 14 est composé d'une pluralité de photosites. Le dispositif d'acquisition d'image 1 comprend également un filtre 12 passe double bande placé devant le capteur 14 de telle sorte que chaque photosite dudit capteur ne voie qu'une seule couleur, notamment entre l'objectif 10 et ledit capteur 14. Le filtre 12 passe double bande peut notamment être collé à l'objectif ou constituer une couche de traitement sur l'objectif ou constituer un traitement du verre de l'objectif 10, ou encore être positionné devant l'objectif. En variante, le filtre 12 pourrait être un réseau de filtres 0, notamment placés à des positions différentes dans le chemin optique, par exemple un filtre passe haut en amont de l'objectif et un réseau de filtres couleur placé entre l'objectif et le capteur.

25

30

**[0043]** Le capteur 14 peut comporter uniquement trois photosites différents ou au moins quatre photosites différents.

**[0044]** Dans le cas d'un capteur 14 comprenant uniquement trois photosites différents, la première bande passante du filtre 12 passe double bande est configurée de manière à atténuer la composante bleue de la lumière, de sorte à récupérer une information infrarouge sur des photosites initialement dédiés au bleu si bien que chaque photosite du capteur 14 ne voie qu'une seule couleur : le canal rouge est ainsi sensible au Rouge et Infrarouge via un premier photosite, le canal vert est sensible au Vert et Infrarouge via un second photosite, et le canal infrarouge est sensible à l'Infrarouge via un troisième photosite ; la première bande passante s'étendant donc par exemple entre 530 à 650 nm. Le dispositif 10 obtenu est alors nommé RVPIR pour Rouge Vert Proche Infrarouge.

35

40

**[0045]** Dans le cas d'un capteur 14 comprenant quatre photosites différents, la première bande passante du filtre 12 passe double bande est configurée de manière à laisser passer des longueurs d'ondes visibles, de telle sorte que chaque photosite du capteur 14 ne voie qu'une seule couleur, le canal rouge est ainsi sensible au Rouge et Infrarouge via un premier photosite, le canal vert est sensible au Vert et Infrarouge via un second photosite, le canal bleu est sensible au Bleu et Infrarouge via un troisième photosite, et le canal proche infrarouge PIR est sensible à l'Infrarouge via un quatrième photosite, la première bande passante couvrant notamment les longueurs d'onde inférieures à 650 nm.

45

**[0046]** Quel que soit le capteur 14, la seconde bande passante du filtre 12 est configurée pour laisser passer les longueurs d'onde infrarouge, par exemple la seconde bande passante s'étend de 790 à 875 nm, et préférentiellement s'étend à partir de 760 nm-800 nm, de manière à récupérer du signal infrarouge suffisant même en cas de présence de film anti-chaleur, ce type de film coupant les longueurs d'onde autour de 800nm, tout en ne nécessitant qu'un sensible surdimensionnement de l'éclairage infrarouge.

50

**[0047]** Le dispositif d'acquisition ne comprend aucun filtre infrarouge (appelé en anglais Infrared Cut), il est donc sensible aux infrarouges sur tous ses canaux.

**[0048]** Le dispositif d'acquisition 1 avec un capteur 14 composé uniquement de trois photosites est notamment obtenu à partir d'un dispositif d'acquisition constitué par exemple d'une caméra Rouge Vert Bleu RVB conventionnelle de laquelle on aura ôté le filtre infrarouge et dans laquelle le réseau de filtres couleur est remplacé par un filtre conçu pour ne laisser passer que le rouge, le vert et l'infrarouge IR. Le dispositif 1 obtenu est alors nommé RVPIR pour Rouge Vert Proche Infrarouge.

55

**[0049]** Le dispositif d'acquisition 1 avec un capteur 14 composé d'au moins quatre photosites est par exemple obtenu

à partir d'une caméra Rouge Vert Bleu et proche Infrarouge RVBPIR associée à un filtre double bande passante, également appelé filtre notch, passant dans tout le visible, c'est-à-dire notamment entre 400 nm et 650 nm, et passant dans l'infrarouge, c'est-à-dire notamment entre 800 nm et 875 nm, et bloquant le reste. Le dispositif 1 obtenu est alors nommé RVBPIR pour Rouge Vert Bleu Proche Infrarouge. La différence par rapport au dispositif d'acquisition 1 précédent avec un capteur 14 composé uniquement de trois photosites est qu'il laisse passer le bleu (entre 400 nm et 530 nm) au lieu de le couper.

**[0050]** Le dispositif d'acquisition 1 comprend également un module de traitement 16. Le module de traitement 16 reçoit en entrée une image brute  $I_B$  (« Raw image » en anglais) en provenance du capteur 14 et génère une image infrarouge  $I_{IR}$  et une image couleur  $I_{VIS}$ . Une image brute est constituée de l'information photonique obtenue, après la conversion par les photosites des photons incidents en un signal électrique numérisé.

**[0051]** En cas de capteur 14 à uniquement trois photosites, le module de traitement 16 est configuré pour calibrer, en déterminant des paramètres de calibration, de manière connue, le dispositif d'acquisition d'image 1.

**[0052]** De même, en cas de capteur 14 à au moins quatre photosites, le dispositif 1 d'image 1 est calibré de manière connue.

**[0053]** Le module de traitement 16 est également configuré pour générer une image infrarouge  $I_{IR}$  et une image couleur  $I_{VIS}$  à partir d'une image brute  $I_B$  acquise par le capteur 14 et des paramètres de calibration déterminés. Le module de traitement 16 est donc apte à mettre en oeuvre le procédé de génération des images  $I_{IR}$  et  $I_{VIS}$ . Avantageusement, le module de traitement 16 génère des images  $I_{IR}$  et  $I_{VIS}$  qui sont synchronisées.

**[0054]** Le dispositif d'acquisition 1 peut comprendre d'autres éléments bien connus des caméras RVB conventionnelles. Ces éléments ne sont pas représentés sur la Fig. 1. Les éléments de l'objectif 10 peuvent contenir des traitements optiques de type antireflet pour augmenter le rapport signal-à-bruit dans les images acquises. Le dispositif d'acquisition 1 comprend généralement un réseau de microlentilles positionné au-dessus du capteur 14 dont le rôle est d'optimiser la collecte de la lumière par les photosites. Le dispositif d'acquisition 1 comprend également un module de traitement du signal (non représenté sur la Fig. 1) en sortie du capteur 14. Son rôle est de reconstituer, pixel par pixel, les deux informations colorées manquantes, via un algorithme de « dématricage ». Le document de Alleyson et al intitulé « Linear demosaicing inspired by the human visual system » publié en avril 2005 dans IEEE Transactions on Image Processing 14 (4), 439-449 est un exemple d'un tel algorithme.

**[0055]** Le module de traitement du signal et le module de traitement 16 peuvent être intégrés dans un seul et même module ou bien être des modules distincts.

**[0056]** Le dispositif d'acquisition 1 permet avantageusement d'obtenir des images couleur  $I_{VIS}$  ayant une bonne résolution de la composante verte ce qui est important notamment pour les algorithmes opérant sur des images de peau, tels les algorithmes de reconnaissance de visage. Le dispositif d'acquisition 1 permet en même temps d'obtenir des images infrarouges  $I_{IR}$ .

**[0057]** Le système 100 d'acquisition comprend ici deux sources artificielles 20,30 de lumière éclairant ladite scène, la première source artificielle 20 de lumière émettant un signal lumineux dans l'infrarouge et la seconde source artificielle 30 de lumière émettant un signal lumineux dans le visible.

**[0058]** Lesdites sources artificielles 20,30 sont positionnées de manière à éclairer la scène, et notamment l'objet 150, ici une partie corporelle, représentée sous la forme d'un visage.

**[0059]** La première source artificielle 20 de lumière infrarouge est dimensionnée pour permettre d'avoir sur le capteur 14 un signal pouvant être équivalent au signal généré par une lumière visible très forte, par exemple d'environ 1000 lux. L'éclairage infrarouge peut donc être piloté de manière à être modulé en intensité entre zéro et l'équivalent d'environ 1000 lux. Cette première source artificielle 20 de lumière infrarouge consiste par exemple en une ou plusieurs diodes électroluminescentes LED à 850 nm, dont le spectre s'étend approximativement de 800 à 875nm.

**[0060]** La seconde source artificielle 30 de lumière visible, appelée également source d'éclairage blanc, est dimensionnée pour permettre d'avoir un signal suffisant dans le noir complet sans générer d'éblouissement de l'utilisateur, elle génère un éclairage de par exemple 50 à 100 lux à la distance d'utilisation d'environ 70 cm.

**[0061]** La Figure 2 illustre schématiquement un exemple d'architecture matérielle du module de traitement 16. Le module de traitement 16 comprend alors, reliés par un bus de communication 160 ; un processeur ou CPU (« Central Processing Unit » en anglais) 161 ; une mémoire vive ; RAM (« Random Access Memory » en anglais) 162 ; une mémoire morte ROM (« Read Only Memory » en anglais) 163 ; au moins une interface de communication 165 permettant par exemple au module de traitement 16 de communiquer avec le capteur 14 du dispositif d'acquisition 1. Optionnellement, le module de traitement 16 comprend une unité de stockage 164 telle qu'un disque dur ou un lecteur de support de stockage, tel qu'un lecteur de cartes SD (« Secure Digital » en anglais).

**[0062]** Le processeur 161 est capable d'exécuter des instructions chargées dans la RAM 162 à partir de la ROM 163, d'une mémoire externe (non représentée), d'un support de stockage (tel qu'une carte SD), ou d'un réseau de communication. Lorsque le module de traitement 16 est mis sous tension, le processeur 161 est capable de lire de la RAM 162 des instructions et de les exécuter. Ces instructions forment un programme d'ordinateur causant la mise en oeuvre, par le processeur 161, des procédés décrits en relation avec les figures suivantes.

**[0063]** Préférentiellement le module 16 est d'architecture centralisée, mais il peut également être implémenté sous forme d'une architecture distribuée, aussi bien en terme de donnée ou de composant, matériel ou logiciel, notamment dans le cas de ressource informatique dématérialisée.

**[0064]** Les procédés décrits en relation avec les figures suivantes peuvent être implémentés sous forme logicielle par exécution d'un ensemble d'instructions par une machine programmable, par exemple un DSP (« Digital Signal Processor » en anglais), un microcontrôleur ou un GPU (processeur graphique, « Graphics Processing Unit » en terminologie anglo-saxonne), ou être implémenté sous forme matérielle par une machine ou un composant dédié, par exemple un FPGA (« Field-Programmable Gate Array » en anglais) ou un ASIC (« Application-Specific Integrated Circuit » en anglais).

**[0065]** La figure 3 illustre un procédé d'acquisition d'une image infrarouge et d'une image couleur selon un mode de réalisation appliqué à un système 100 d'acquisition comprenant notamment un capteur 14 comportant uniquement trois photosites ainsi qu'une source 20 de lumière infrarouge et une source 30 de lumière visible. Il convient néanmoins de noter que dans un autre mode de réalisation le système pourrait ne pas comporter de source 30 de lumière visible, la source 20 de lumière infrarouge étant dans ce cas la seule pilotée selon le procédé, par exemple dans le cas d'un système d'acquisition dont les conditions d'usage excluent le noir complet.

**[0066]** La première étape ici représentée du procédé 300 d'acquisition est une étape d'initialisation 301 fixant les paramètres d'exposition, tel que gain et/ou temps d'exposition, et des paramètres d'intensité de l'au moins une source de lumière artificielle du système 100 d'acquisition, à des valeurs prédéterminées.

**[0067]** Préférentiellement l'étape 301 d'initialisation comporte également une sous-étape de détermination des niveaux logiques (en anglais « digital level ») cibles de signal infrarouge et visible, ainsi qu'une répartition cible prédéterminée desdits signaux :  $C_{IR}/C_{visible}$ , néanmoins cette sous-étape pourrait faire partie d'une autre étape du procédé 300, par exemple l'étape 306 de comparaison.  $C_{visible}$  et  $C_{IR}$  sont les niveaux logiques cibles auxquels on souhaite asservir le signal respectivement dans l'image visible et l'image infrarouge. Ces niveaux logiques sont déterminés en fonction de l'utilisation des images, notamment en fonction des besoins des algorithmes notamment biométriques (reconnaissance, et détection de fraude). Sachant que sur les photosites du capteur 14, les canaux visibles sont également sensibles à l'infrarouge, la somme de ces deux consignes doit nécessairement être inférieure au niveau logique maximal  $N_{max}$  qui peut être restitué par chaque photosite, par exemple  $N_{max}=1023$  dans le cas d'un dispositif 1 d'acquisition avec une sortie 10 bits. Pour ne pas travailler avec des images proches de la saturation, il convient de conserver une marge suffisante. Par exemple, ces niveaux logiques cibles sont ainsi déterminés de manière à ce que :  $C_{IR} + C_{visible} < N_{max}/2$ .

**[0068]** Par exemple  $C_{visible} = 120$  et  $C_{IR}=240$  (pour des images 10 bits, signal divisé sur 1024 canaux allant du niveau logique 0 à 1023), sachant que ces valeurs sont ici dimensionnées par rapport à de la faible lumière, c'est-à-dire ici avec un gain de 4, configuré ici comme étant le gain maximal de manière à limiter le bruit sur l'image, car si on a plus de lumière ces cibles ne seront pas nécessairement atteintes mais la qualité d'images sera suffisante. Il en résulte une répartition cible prédéterminée desdits signaux, ladite répartition cible étant ici  $C_{IR}/C_{visible}$  le rapport du niveau logique infrarouge sur niveau logique visible.

**[0069]** Une fois l'étape d'initialisation achevée, le procédé 300 d'acquisition d'une image couleur et d'une image infrarouge d'une scène se déroule sur la base desdits paramètres d'exposition.

**[0070]** L'étape 302 de réception d'une image acquise à partir du dispositif 1 d'acquisition d'image sensible aux longueurs d'onde visibles et infrarouge. L'image est acquise avec les paramètres définis à l'itération précédente, à savoir : temps d'exposition du capteur 14, gain du capteur 14, intensité de la source 20 d'éclairage infrarouge, intensité de la source 30 d'éclairage blanc. Pour garantir la bonne association entre l'image et ces paramètres, ils sont notamment mémorisés sous forme de métadonnées associées à l'image acquise si bien que lors de la réception de l'image, ces métadonnées sont incluses dans le transfert de l'image. Cette association peut alternativement être réalisée au moyen de la solution présentée dans la demande de brevet FR2212301.

**[0071]** L'étape de traitement de ladite image reçue comporte elle-même plusieurs étapes. Le traitement sépare l'image infrarouge et l'image visible et définit au moins un signal à asservir et une consigne d'asservissement afférente, ladite au moins une consigne d'asservissement étant une consigne d'asservissement de signal infrarouge et/ou visible en fonction de laquelle est pilotée au moins une source artificielle de lumière infrarouge et/ou visible. Le traitement est mis en oeuvre par le module de traitement 16 du système 100 d'acquisition.

**[0072]** Plus précisément, l'étape de traitement comporte une étape 303 de détection d'un objet dans l'image et de détermination de distance  $d$  entre l'objet détecté et ledit dispositif d'acquisition 1. La détection des objets dans l'image est par exemple réalisée de manière connue au moyen d'un algorithme d'intelligence artificielle ou par un réseau de neurone, tel que décrit par exemple dans l'article « You only look once: Unified, real-time object detection », de Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016), Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (p. 779-788). L'objet 150 recherché est par exemple ici un visage, et le choix du visage d'intérêt est par exemple le visage le plus proche. On définit une région d'intérêt ROI, par exemple rectangulaire, correspondant au visage choisi. L'image utilisée pour la mise en oeuvre de cette étape 303 de détection et de détermination de distance est préférentiellement l'image brute  $I_B$  (composite) ou l'image couleur  $I_{vis}$ , mais il pourrait également s'agir de l'image

infrarouge  $I_{IR}$ .

**[0073]** On estime également la distance  $d$  du visage 150 au dispositif, par exemple en fonction de la taille de l'objet sur l'image en pixels, et connaissant les caractéristiques intrinsèques de la caméra ( focale et taille de pixel notamment, qui sont des paramètres connus, voire peuvent également faire partie des métadonnées associées à l'image lors de son acquisition). Cette estimation de distance  $d$  est approximative mais suffisante, une autre méthode d'estimation de la distance  $d$  plus précise sera définie ultérieurement.

**[0074]** Préférentiellement, en cas d'absence de détection d'objet dans la première image reçue, un rebouclage représenté en trait pointillé est effectué vers l'étape d'initialisation 301 qui effectue un balayage itératif de configurations avec acquisition et analyse d'image jusqu'à la détection de l'objet recherché dans l'image acquise. Chaque configuration comprend lesdits paramètres d'exposition, tel que gain et/ou temps d'exposition, et des paramètres d'intensité (exprimée dans le tableau ci-dessous en rapport cyclique, allant de 0 à 1) de l'au moins une source de lumière artificielle, les valeurs desdits paramètres sont fixées à des valeurs prédéterminées dans chaque configuration.

**[0075]** Ainsi, si l'objet recherché est un visage, le but est de fournir des images permettant de détecter un éventuel visage dès que possible, et ce quelles que soient les conditions lumineuses ambiantes, et notamment les contre jours pour lesquels un simple contrôle automatique du gain basé sur la moyenne de l'image complète ou une région fixe ne suffirait pas. Un mode d'initialisation est ici défini en fonction de l'objet recherché, ainsi en mode visage, on configure le système d'acquisition avec un ensemble de paramètres optimisés pour la détection du visage dans une condition lumineuse donnée, et à chaque image successive, on modifiera les paramètres pour s'adapter à diverses conditions, et ce jusqu'à ce qu'un visage soit détecté sur l'une des images.

**[0076]** L'ensemble des configurations peut être regroupé dans une table, par exemple :

[Table 1]

Ensemble de paramètres N°	Temps d'exposition	Gain	Intensité infrarouge	Intensité lumière blanche
1	0,000625 s	1	0	0
2	0,01 s	1	0	0
3	0,02 s	3	0,1	0

**[0077]** Par exemple la configuration 1 permet de détecter un visage avec un éclairage très fort, en cas d'éclairage direct par le soleil par exemple ;

La configuration 2 permet de détecter un visage avec un éclairage intermédiaire, en cas d'éclairage indirect par le soleil ou d'éclairage artificiel ambiant fort (c'est-à-dire non émis par les sources artificielles du système) par exemple ;

La configuration 3 permet de détecter un visage avec un éclairage faible ou dans le noir complet. A cet effet, dans cette configuration on allume la source 20 l'éclairage infrarouge à un niveau permettant d'avoir le signal nécessaire.

**[0078]** On enchaîne l'acquisition d'une image avec la configuration 1, puis une autre avec la configuration 2, puis une autre avec la configuration 3, puis on recommence à la configuration 1, jusqu'à détection d'un visage. Si l'objet recherché est par exemple un code visuel, alors l'ensemble des configurations sera différent, adapté au mode code visuel.

**[0079]** Puis une fois l'objet détecté on poursuit le procédé 300 par la phase d'optimisation du traitement à partir de l'objet 150 détecté. Dans certains cas il se peut qu'il n'y ait temporairement aucun objet dans le volume de capture, ce qui se traduit par une absence de détection lors de l'étape 303 et dans ce cas, le système 100 peut par exemple figer ses paramètres jusqu'à la prochaine détection, et par exemple après un seuil de temps donné (1 seconde par exemple) reboucler vers l'étape d'initialisation avec balayage de configurations.

**[0080]** L'étape de traitement comporte l'étape 304 de calcul d'au moins deux métriques sur tout ou partie de l'image, la première métrique caractérisant le signal infrarouge, la deuxième métrique caractérisant le signal visible. Ladite partie de l'image est notamment la région d'intérêt ROI de l'image délimitant ledit objet détecté, ledit objet étant notamment une partie corporelle, telle qu'un visage, ou une information, telle qu'un code visuel (e.g. Quick Response Code, Machine Readable Zone), notamment imprimée sur papier ou affichée sur une liseuse avec la technologie « e-ink ».

**[0081]** Chaque métrique peut être au minimum la moyenne sur la partie de l'image correspondant à la ROI, sur chaque canal de longueur d'onde. Par exemple prenons  $S_{IR}$  moyenne du canal infrarouge, et  $S_{visible}$  moyenne du canal visible. Dans le cas illustré ici de dispositif 1 RVPIR avec capteur 14 à uniquement trois photosites le signal visible comporte 2 composantes, rouge et vert et on peut prendre par exemple :  $S_{visible} = \max(S_{rouge}, S_{vert})$ . Dans le cas d'un dispositif 1 RVBPIR avec capteur 14 à quatre photosites, on prendrait par exemple :  $S_{visible} = \max(S_{rouge}, S_{vert}, S_{bleu})$ .

**[0082]** En cas d'objectif à agrandissement, une fois la détection de l'objet 150 dans la première image effectuée, une seconde image peut être acquise avec un agrandissement de manière à ce que la totalité de la seconde image corresponde à la ROI de la première image, cette mise en oeuvre est néanmoins délicate en cas de personne en mouvement car le déplacement de l'objet doit également être pris en compte.

**[0083]** On procède ensuite à une étape 305 d'estimation du niveau logique du signal dû à l'infrarouge ambiant. Pour ce faire, on exécute une étape d'estimation d'une composante  $S_{IRambiant}$  de la première métrique  $S_{IR}$  caractérisant une quantité de signal infrarouge due à l'infrarouge ambiant, c'est-à-dire non émis par les sources 20,30 du système 100. En effet, la première métrique  $S_{IR}$  caractérisant le signal infrarouge est basée sur une estimation du niveau logique du signal dû à l'infrarouge présent et sachant que le signal infrarouge sur l'image est la somme du signal dû à l'éclairage infrarouge ambiant extérieur au produit, et du signal dû à l'éclairage infrarouge émis par le système, on obtient :

- Calcul du signal additionnel  $S_{IRadditionnel}$  produit par la source 20 d'éclairage infrarouge

$$S_{IRadditionnel} = \frac{R_{IR} \cdot DC_{IR} \cdot T_{expo} \cdot Gain}{d^2}$$

avec  $d$  la distance à l'objet 150 précédemment estimée à l'étape 303,  $T_{expo}$  et  $Gain$  : le temps d'exposition (en seconde) et le gain (sans unité) appliqués lors de l'acquisition de l'image, et  $R_{IR}$  le paramètre du système caractérisant une sensibilité de la chaine optique ( $m^2/s$ ) et  $DC_{IR}$  le rapport cyclique (en anglais Duty Cycle) courant de la source 20 d'éclairage infrarouge (sans unité, entre 0 et 1);

- Calcul du signal infrarouge ambiant  $S_{IRambiant}$  c'est-à-dire non émis par l'au moins une source artificielle 20,30 de lumière infrarouge et/ou visible (sachant que la source 30 de lumière visible n'émet pas dans l'infrarouge) :

$$S_{IRambiant} = S_{IR} - S_{IRadditionnel}$$

**[0084]** Puis a lieu une étape de calcul (non représentée) de répartition d'éclairage ambiant, notamment sous la forme

du ratio  $\frac{S_{IR\ ambiant}}{S_{visible}}$  de quantité de la composante de la première métrique caractérisant le signal infrarouge due à l'infrarouge ambiant sur la deuxième métrique.

**[0085]** On procède ensuite à l'étape 306 de comparaison de ladite répartition d'éclairage ambiant  $\frac{S_{IR\ ambiant}}{S_{visible}}$  à ladite

répartition cible prédéterminée  $\frac{C_{IR}}{C_{visible}}$  lors de l'étape 301 d'initialisation, et la consigne d'asservissement du signal infra-rouge est fonction de ladite comparaison, et notamment en ce que la consigne d'asservissement du signal visible est fonction de ladite comparaison.

**[0086]** En effet, en fonction de ladite comparaison, on décide si on va chercher à asservir le signal visible de la source 30 ou plutôt le signal infrarouge de la source 20 :

- Si  $\frac{S_{IR\ ambiant}}{S_{visible}} < \frac{C_{IR}}{C_{visible}}$  alors on est dans le cas nominal où il y a moins d'infra-rouge que de visible. Dans ce cas, on va asservir le signal visible sur le niveau logique cible visible prédéterminé, devenant la consigne visible ;
- Dans le cas contraire, il y a plus d'infrarouge que de visible, on asservit alors le signal infrarouge sur la consigne infrarouge.

**[0087]** Dans la suite, on définit  $S$  le signal qu'on va asservir, qui est égal à  $S_{IRambiant}$  ou  $S_{visible}$  selon le critère ainsi défini, et  $C$  la consigne à laquelle on va l'asservir, c'est-à-dire respectivement les niveaux logiques  $C_{IR}$  ou  $C_{visible}$  en fonction du même critère.

**[0088]** Parfois une consigne peut déjà être atteinte, notamment de manière intrinsèque en fonction de la proximité du lieu à une fenêtre par exemple.

**[0089]** Enfin, l'étape de traitement comporte :

- une étape 307 de calcul des paramètres d'exposition du dispositif 1 d'acquisition à appliquer, tel que gain et/ou temps d'exposition, notamment en fonction du rapport de l'au moins une consigne d'asservissement sur ledit signal à asservir afférent, pour atteindre ladite au moins une consigne d'asservissement;
- une étape 308 de calcul de la commande de pilotage de la source artificielle de lumière infrarouge ;
- une étape 309 de calcul de la commande de pilotage de la source artificielle de lumière blanche, c'est-à-dire visible.

[0090] Plus précisément, dans l'étape 307 de calcul des nouveaux paramètres d'exposition :

- On corrige éventuellement S par une loi non linéaire (typiquement un polynôme, par exemple de degré 3) permettant prendre en compte et compenser l'éventuelle saturation du signal, cette valeur corrigée est nommée S'.
- On calcule le ratio  $Ratio=C/S'$  qui correspond au gain qu'il faut appliquer à l'image analysée pour atteindre la cible ;
- On restreint Ratio entre une borne supérieure  $ratio\_min$ , fixée par exemple à 0,1 et une borne supérieure  $ratio\_max$ , fixée par exemple à 10 ;
- On en déduit le nouveau produit  $E = T_{expo} \cdot Gain \cdot Ratio$ .
- Il s'agit alors de répartir  $T_{expo}'$  et  $Gain'$  de manière à avoir  $T_{expo}' \cdot Gain' = E$ , en suivant une stratégie d'optimisation du gain ou du temps d'expo, qui est dépendante des performances recherchées (en termes de flou de bougé et de bruit notamment). En effet, temps d'exposition et gain agissent de manière proportionnelle sur l'image, il en résulte une synergie et leur détermination repose alors sur un compromis, car l'allongement du temps d'exposition peut créer un flou de bouger (un flou de bouger maximal pouvant être défini en fonction de l'application et de l'algorithme associé) alors que l'augmentation du gain engendre un accroissement du bruit.

- Par exemple on détermine d'abord le temps d'exposition  $T_{expo}'$  aussi grand que possible en restant inférieur à E, dans la limite d'un temps d'exposition maximal (par exemple 20ms ou 40 ms), et on déduit ensuite  $Gain'=E/T_{expo}'$  ;
- On peut également avantageusement privilégier des temps d'exposition qui sont des multiples de la période de l'éclairage ambiant (par exemple 10 ms en Europe et 8,33 ms aux Etats-Unis d'Amérique) pour éviter des effets de scintillement dus à des éclairages non continus ;
- On peut aussi éviter de mettre à jour ces paramètres de configuration du capteur 14 dans le cas où la variation par rapport à l'image précédente serait très faible (par exemple variation <10%), ce qui permet d'avoir une image plus stable en luminosité. En effet les mesures étant bruitées, les petites variations peuvent être dues à un bruit de mesure (par exemple sur l'estimation de la distance) plus qu'à une vraie variation de luminosité ambiante.

[0091] Plus précisément, lors de l'étape 308 de calcul de la commande de pilotage de la source 20 artificielle de

lumière infrarouge, on calcule d'abord le signal  $S'_{IR additionnel}$  infrarouge additionnel souhaité sur la prochaine image à partir de la consigne infrarouge cible  $C_{IR}$  (niveau logique cible infrarouge), et du signal infrarouge ambiant  $S'_{IR ambient}$  qu'on anticipe sur la prochaine image, connaissant le signal infrarouge ambiant actuel  $S_{IR ambient}$  et le ratio *Ratio* qu'on va appliquer sur l'exposition du dispositif 1 :

$$S'_{IR ambient} = Ratio \cdot S_{IR ambient} \quad ,$$

ce qui donne

$$S'_{IR additionnel} = C_{IR} - Ratio \cdot S_{IR ambient}$$

[0092] Puis on calcule le nouveau rapport cyclique  $DC'_{IR}$  pour l'éclairage infrarouge selon :

$$DC'_{IR} = \frac{S'_{IR additionnel} \cdot d^2}{R_{IR} \cdot T'_{expo} \cdot Gain'}$$

[0093] Lors de l'étape 309 de calcul de la commande de pilotage de la source 30 artificielle de lumière blanche, étant donné le niveau de qualité souhaité en terme de bruit sur l'image pour l'exploitation des images visibles, et sachant que le bruit augmente avec le gain du dispositif 1 (à niveau de signal de sortie donné), il est nécessaire de ne pas dépasser un certain gain du dispositif 1.

[0094] Ici, la commande de la source 30 artificielle de lumière blanche est binaire, en tout ou rien, c'est à dire allumée ou éteinte, pour des raisons de simplification, mais son intensité pourrait en variante être modulée. Ainsi,

- si la source 30 d'éclairage blanc était éteinte et que  $T_{\text{expo}} \cdot \text{Gain}' \geq \text{Seuil}_{\text{al-lumage}}$  alors on allume la source 30 d'éclairage blanc, avec par exemple le seuil d'allumage  $\text{Seuil}_{\text{allumage}} = 4 \times 0,02$  (gain de 4 et temps d'exposition de 20 ms) ;
- si la source 30 d'éclairage blanc était allumée et que  $T_{\text{expo}} \cdot \text{Gain}' < \text{Seuil}_{\text{ex-tinction}}$  alors on éteint l'éclairage blanc, le seuil d'extinction  $\text{Seuil}_{\text{extinction}}$  étant choisi de manière à ce que l'allumage de l'éclairage blanc sur l'objet observé ne provoque pas une chute du gain suffisante pour passer à l'itération suivante, c'est-à-dire à l'acquisition d'image suivante, sous le seuil d'extinction, ce qui provoquerait un clignotement et une instabilité du système, par exemple  $\text{Seuil}_{\text{extinction}} = 1 \times 0,02$  (gain de 1 et temps d'exposition de 20 ms), avec un éclairage générant environ 50 lux sur l'objet.

**[0095]** A partir du moment où l'éclairage s'allume, on peut également avantageusement ne pas l'éteindre avant qu'une certaine durée s'écoule, afin d'éviter un inconfort pour l'utilisateur.

**[0096]** Préférentiellement, les deux commandes de pilotage de la source 20 artificielle de lumière infrarouge et de la source 30 artificielle de lumière blanche, sont définies à chaque itération.

**[0097]** Dans la description ci-dessus du procédé 300 d'acquisition, seule la valeur du signal infrarouge ambiant, c'est-à-dire non émis par la source artificielle 20 de lumière infrarouge ni par la source artificielle de lumière 30 visible du système 100, est calculée car on privilégie la modulation du signal infrarouge par rapport à la modulation du signal visible de manière à éviter l'allumage de la source 30 d'éclairage visible.

**[0098]** Néanmoins, on pourrait également calculer la valeur du signal visible ambiant  $S_{\text{visible ambiant}}$  non émis par les sources 20,30 du système 100 (notamment 30 ici car la source 20 ne génère intrinsèquement que de l'infrarouge) et calculer le signal additionnel  $S_{\text{visible additionnel}}$  produit par la source 30 d'éclairage de manière à éviter la déviation lors de l'extinction de la source 30 de lumière visible et le temps de reconvergence afférent.

**[0099]** Ce procédé 300 d'acquisition par contrôle itératif permet de:

a. optimiser le temps d'exposition et le gain du capteur, en fonction de l'éclairement ambiant visible pour atteindre un niveau cible  $C_{\text{visible}}$  sur l'image visible

b. ajuster en continu l'intensité de l'éclairage infrarouge pour que l'image infra-rouge atteigne une cible  $C_{\text{IR}}$  déterminée (en complément de la composante infrarouge déjà présente dans l'éclairage ambiant)

c. piloter l'allumage de la source 30 de lumière visible (ici en tout ou rien) dans le cas où il détecte un manque de lumière visible, et piloter son extinction lorsque l'éclairage visible redevient suffisant.

**[0100]** La figure 4 illustre schématiquement un système d'acquisition d'image selon un autre mode de réalisation de l'invention. En effet, le système 100 d'acquisition comporte ici non seulement le dispositif d'acquisition 1 duquel provient une image  $I_{\text{vis}}$  visible et une image  $I_{\text{IR}}$  infrarouge mais comporte également un autre dispositif 2 d'acquisition d'image visible, cet autre dispositif est uniquement sensible au visible, telle une caméra RVB, fonctionnant en même temps que le dispositif 1 d'acquisition d'image RVPIR.

**[0101]** Les paramètres d'exposition de cet autre dispositif 2 : temps d'exposition et gain sont alors contrôlés selon un algorithme indépendant du dispositif 1 d'acquisition d'image RVPIR.

**[0102]** L'image acquise par cet autre dispositif 2 est notamment utilisée pour fournir un retour vidéo à l'utilisateur et pour la reconnaissance biométrique.

**[0103]** En outre, par couplage de cette image avec l'image visible du dispositif 1 d'acquisition d'image RVPIR, cela permet de détecter des fraudes planes par stéréoscopie. On obtient un modèle 3D de l'objet visé. Ce modèle 3D est utilisé pour détecter les fraudes planes, ou dont la forme globale n'approche pas correctement celle d'un visage. L'espacement  $e$  entre les deux dispositifs 1,2 est d'environ 16 cm ce qui permet de détecter des fraudes planes jusque 90 cm environ.

**[0104]** Il est alors intéressant de positionner la source 20 d'éclairage infrarouge avec un angle  $\alpha$  supérieur à  $5^\circ$  par rapport au dispositif 1 d'acquisition d'image RVPIR, vu du visage 150. L'intérêt est de ne pas générer un effet "yeux rouges" (en anglais "bright pupil") qui serait dépendant de la distance de la personne, et introduirait de la variabilité dans les images, et donc diminuerait les performances de la détection de fraude. Etant donné ici la profondeur des volumes de capture (distance  $d$  de l'ordre de 40-90 cm environ) cela implique une distance  $D$  de 6.5 cm à 7.5 cm entre le dispositif 1 d'acquisition d'image RVPIR et la source 20 d'éclairage infrarouge.

**[0105]** Avantageusement, on traite le canal infrarouge IR, ou l'ensemble des canaux de la seconde caméra, par intelligence artificielle, afin de détecter les fraudes type masque 3D.

**[0106]** La combinaison de ces traitements permet de détecter des fraudes de tous types, et d'assurer la reconnaissance biométrique, dans toutes les conditions lumineuses.

**[0107]** La stéréoscopie permet également de déterminer la distance  $d$  de manière précise.

**[0108]** Le module de traitement 16 communique alors notamment via son interface de communication 165 avec les caméras des deux dispositifs 1,2.

**[0109]** La figure 5 illustre un dispositif d'authentification A selon un mode de réalisation. Le dispositif d'authentification A d'une partie corporelle comprend un système d'acquisition d'image tel que le système d'acquisition 1 décrit en référence à la figure 1 et un module d'analyse d'image 3.

**[0110]** Le module de traitement d'image 3 comprend un module 30 de reconnaissance de partie corporelle, telle qu'un visage, un module 32 de détection de fraude. Il peut comprendre optionnellement un module 34 d'activation d'accès à un lieu, e.g. un bâtiment, une salle, etc.

**[0111]** Le module 30 de reconnaissance de partie corporelle est relié à une base de données 4. La base de données 4 peut faire partie du dispositif d'authentification A ou bien être externe à celui-ci. La base de données stocke des images ou descripteurs d'images des parties corporelles de personnes autorisées, e.g. de personnes autorisées à accéder à un bâtiment.

**[0112]** La figure 6 illustre un procédé d'authentification tel que mis en oeuvre par le dispositif A d'authentification de la figure 4.

**[0113]** L'utilisateur souhaitant être authentifié présente son visage devant le système 1 d'acquisition d'image.

**[0114]** Lors d'une étape S30, une image brute d'un visage 150 éclairé par une lumière infrarouge et visible est obtenue par le système d'acquisition 1.

**[0115]** Lors d'une étape S32, une image couleur  $I_{vis}$  et une image infra-rouge  $I_{IR}$  sont obtenues à partir des paramètres de configuration optimisés du système d'acquisition 1. Des algorithmes connus de dématricage peuvent être appliqués pour obtenir les valeurs manquantes de chaque pixel. Un tel algorithme permet d'obtenir pour chaque pixel de l'image couleur une valeur R et une valeur V et pour chaque pixel de l'image infrarouge une valeur IR.

**[0116]** Lors d'une étape S34, un algorithme de reconnaissance de visage est appliqué. Par exemple, l'image couleur  $I_{vis}$  obtenue est traitée, e.g. segmentée, pour extraire un visage. Le visage extrait est ensuite comparé avec les images de visage ou leurs descripteurs stockés dans la base de données 4. Si le visage extrait est proche au sens d'une certaine métrique d'un visage de la base de données 4 alors le visage extrait est reconnu, sinon le visage est inconnu. Dans une variante, l'algorithme de reconnaissance de visage utilise l'image couleur  $I_{vis}$  et l'image infrarouge  $I_{IR}$ . Dans le cas S36 où le visage est inconnu, l'accès est refusé à l'étape S38.

**[0117]** Lors d'une étape S40, un algorithme de détection de fraude est appliqué. A cet effet, l'image infrarouge  $I_{IR}$  est utilisée. Dans une variante, l'image infra-rouge  $I_{IR}$  et l'image couleur  $I_{vis}$  sont utilisées. Un réseau de neurones peut être utilisé à cet effet.

**[0118]** Dans le cas S42 où une fraude est détectée, i.e. que le visage n'est pas authentique (e.g. utilisation d'un masque), l'accès est refusé à l'étape S38.

**[0119]** L'accès est validé lors d'une étape S44 uniquement dans le cas où le visage 150 est reconnu et authentifié.

**[0120]** Dans un mode particulier de réalisation, une image  $I'$  est générée en concaténant les images  $I_{IR}$  et  $I_{vis}$ . A cet effet, un procédé de dématricage est appliqué sur les images  $I_{IR}$  et  $I_{vis}$ , i.e. après correction par les paramètres de calibration. L'image  $I'$  a donc 3 composantes R, V et IR. Cette image  $I'$  est ensuite utilisée lors des étapes S34 et S40 par des algorithmes de reconnaissance de visage et de détection de fraude. Ces algorithmes peuvent utiliser des réseaux de neurones convolutifs ayant appris leurs coefficients sur des images du type de l'image  $I'$ . A cet effet, des réseaux de type resnet peuvent être utilisés. De tels réseaux sont notamment décrits dans le document de He et al. intitulé "Deep residual learning for image recognition" et publié en 2016 dans Proceedings of the IEEE conférence on computer vision and pattern recognition (pp. 770-778).

**[0121]** Dans un autre mode de réalisation, l'image couleur  $I_{vis}$  avec les deux composantes R et V est colorisée afin de recréer la composante bleue et ainsi obtenir une image  $I''$  ayant 3 composantes R, V et B. Le procédé décrit dans le document de Zhang et al. intitulé « *Colorful image colorization* » publié dans ECCV en octobre 2016 est un exemple d'un procédé de colorisation basé sur des réseaux de neurones convolutionnels.

**[0122]** Cette solution permet d'appliquer des algorithmes traditionnels de reconnaissance de visage utilisant classiquement des images couleur RVB. L'algorithme décrit dans le document de Parkhi et al. intitulé "Deepface recognition" et publié en Septembre 2015 dans BMVC (Vol. 1, No. 3, p. 6) est un exemple d'un tel algorithme de reconnaissance de visage. L'image  $I''$  est utilisée par l'algorithme de reconnaissance de visage lors de S34. L'algorithme de détection de fraude peut utiliser lors de S40 soit uniquement l'image  $I_{IR}$ , soit l'image  $I_{IR}$  et l'image  $I''$ . A cet effet, l'algorithme décrit dans le document de Agarwal et al intitulé « *Face presentation attack with latex masks in multispectral videos* » et publié en 2017 dans Proceedings of the IEEE Conférence on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (pp. 81-89) peut être utilisé.

**[0123]** La colorisation est notamment utile pour la visualisation ou l'export des images.

**[0124]** Préférentiellement l'intégralité du procédé d'authentification est mise en oeuvre par le module 16 de traitement, sachant que ce module peut être centralisé ou non.

## Revendications

1. Système (100) d'acquisition d'une image couleur ( $I_{vis}$ ) et d'une image ( $I_{IR}$ ) infrarouge d'une scène, ledit système d'acquisition comprenant :

- un dispositif (1) d'acquisition d'image, ledit dispositif étant sensible aux longueurs d'onde visibles et infrarouge, comprenant :

- un capteur (14) ;

- un objectif (10) configuré pour focaliser la lumière reçue en entrée du dispositif d'acquisition (1) sur le capteur (14), un filtre (12) passe double bande étant placé devant le capteur (14), et notamment entre l'objectif (10) et ledit capteur (14) ;

- un module (16) de traitement connecté audit dispositif (1) d'acquisition d'image configuré pour séparer, en sortie de capteur (14), l'image infrarouge ( $I_{IR}$ ) et l'image visible ( $I_{vis}$ ) et pour définir au moins un signal à asservir et une consigne (C) d'asservissement afférente, ladite au moins une consigne d'asservissement étant une consigne d'asservissement de signal infrarouge ( $C_{IR}$ ) et/ou visible ( $C_{visible}$ ) en fonction de laquelle est pilotée au moins une source (20,30) artificielle de lumière;

- l'au moins une source artificielle (20,30) de lumière éclairant ladite scène, ladite au moins une source comportant une source artificielle(20) de lumière infrarouge émettant un signal lumineux dans l'infrarouge et/ou une source artificielle (30) de lumière visible émettant un signal lumineux dans le visible.

2. Système (100) d'acquisition selon la revendication précédente **caractérisé en ce que** ledit dispositif (1) d'acquisition d'image comprend un filtre (12) double bande passante dont :

- en cas de capteur (14) à au moins quatre photosites différents, la première bande passante du filtre (12) est configurée pour laisser passer des longueurs d'ondes visibles, notamment inférieures à 650 nm, et en cas de capteur (14) à trois photosites différents, la première bande passante du filtre (12) est configurée de manière à atténuer la composante bleue de la lumière, notamment avec une première bande passante s'étendant par exemple entre 530 à 650 nm; et

- la seconde bande passante est configurée pour laisser passer les longueurs d'onde infrarouge, notamment la seconde bande passante s'étend de 800 à 875 nm.

3. Système (100) d'acquisition selon la revendication précédente **caractérisé en ce que** la seconde bande passante s'étend à partir de 760 nm-800 nm.

4. Système (100) d'acquisition selon l'une quelconque des revendications précédentes **caractérisé en ce que** :

- la source (20) artificielle de lumière émettant dans l'infrarouge est configurée pour émettre, dans une plage de distance d'utilisation, notamment de 40 à 100 cm, un signal équivalent au signal généré par une lumière visible ambiante extérieur intense, notamment 1000 lux, par exemple une diode électroluminescente à 850 nm, dont le spectre s'étend de 800 à 875nm

et/ou

- la source (30) artificielle de lumière émettant dans le visible est configurée pour éclairer de manière satisfaisante dans le noir complet, notamment 50 lux à une distance d'utilisation d'environ 70 cm.

5. Système (100) d'acquisition selon l'une quelconque des revendications précédentes **caractérisé en ce qu'il** comporte un autre dispositif (2) de prise de vue uniquement sensible dans le visible, synchronisé sur le dispositif d'acquisition (1) et dont les paramètres d'exposition sont contrôlés indépendamment de ceux du dispositif d'acquisition (1).

6. Procédé (300) d'acquisition d'une image couleur ( $I_{vis}$ ) et d'une image infrarouge ( $I_{IR}$ ) d'une scène, ledit procédé d'acquisition comprenant des étapes de :

- réception (302) d'une image ( $I_B$ ) à partir d'un dispositif (1) d'acquisition d'image sensible aux longueurs d'onde visibles et infrarouge; ;

- traitement de ladite image ( $I_B$ ) reçue séparant l'image infrarouge et l'image visible et définissant au moins un signal à asservir et une consigne d'asservissement afférente, ladite au moins une consigne (C) d'asservissement

étant une consigne d'asservissement de signal infrarouge ( $C_{IR}$ ) et/ou visible ( $C_{visible}$ ) en fonction de laquelle est pilotée au moins une source artificielle (20,30) de lumière infrarouge et/ou visible.

- 5 7. Procédé (300) d'acquisition selon la revendication 6 **caractérisé en ce que** l'étape de traitement comporte une étape (303) de détection d'un objet (150) dans l'image couleur et/ou infrarouge et de détermination de distance (d) entre l'objet (150) détecté et ledit dispositif d'acquisition (1).
- 10 8. Procédé (300) d'acquisition selon l'une quelconque des revendications 6 à 7 **caractérisé en ce que** l'étape de traitement comporte une étape (304) de calcul d'au moins deux métriques ( $S_{IR}$ ,  $S_{visible}$ ) sur tout ou partie de l'image, la première métrique ( $S_{IR}$ ) caractérisant le signal infrarouge, la deuxième métrique ( $S_{visible}$ ) caractérisant le signal visible.
- 15 9. Procédé (300) d'acquisition selon les revendications 7 et 8 **caractérisé en ce que** ladite partie de l'image est une région d'intérêt de l'image délimitant ledit objet détecté, ledit objet étant notamment une partie corporelle (150) ou une information, telle qu'un code visuel, notamment imprimée sur un document physique.
- 20 10. Procédé (300) d'acquisition selon l'une quelconque des revendications 8 à 9 **caractérisé en ce que** les au moins deux métriques ( $S_{IR}$ ,  $S_{visible}$ ) sont calculées comme étant au minimum la moyenne sur tout ou ladite partie de l'image sur chaque canal de longueur d'onde dudit signal caractérisé.
- 25 11. Procédé (300) d'acquisition selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, **caractérisé en ce que** l'étape de traitement comporte :
- une étape (305) d'estimation d'une composante ( $S_{IR\ ambient}$ ) de la première métrique caractérisant une quantité de signal infrarouge due à l'infrarouge ambiant, c'est-à-dire non émis par l'au moins une source artificielle (20,30) de lumière infrarouge et/ou visible, et ;
  - une étape de calcul de répartition d'éclairage ambiant ( $\frac{S_{IR\ ambient}}{S_{visible}}$ ), notamment sous la forme du ratio de quantité de la composante de la première métrique caractérisant le signal infrarouge due à l'infrarouge ambiant de source non artificielle sur la deuxième métrique, et ;
  - une étape de comparaison (306) de ladite répartition ( $\frac{S_{IR\ ambient}}{S_{visible}}$ ) à une répartition cible prédéterminée ( $\frac{C_{IR}}{C_{visible}}$ ),
- 30 et **en ce que** la consigne ( $C_{IR}$ ) d'asservissement du signal infrarouge est fonction de ladite comparaison, et notamment **en ce que** la consigne ( $C_{visible}$ ) d'asservissement du signal visible est fonction de ladite comparaison.
- 35 12. Procédé (300) d'acquisition selon l'une quelconque des revendications 6 à 11 **caractérisé en ce que** l'étape de traitement comporte :
- une étape (307) de calcul de paramètre d'exposition du dispositif (1) d'acquisition à appliquer, tel que gain et/ou temps d'exposition, notamment en fonction du rapport de l'au moins une consigne ( $C_{IR}$ ,  $C_{visible}$ ) d'asservissement sur ledit signal à asservir afférent, pour atteindre ladite au moins une consigne d'asservissement; et/ou
  - une étape de calcul (308, 309) de commande de pilotage de la source (20,30) artificielle de lumière infrarouge et/ou visible.
- 40 13. Procédé (300) d'acquisition selon l'une quelconque des revendications 6 à 12 **caractérisé en ce qu'il** comporte une étape d'initialisation (301) effectuant un balayage itératif de configurations jusqu'à la détection de l'objet, chaque configuration comprenant au moins un paramètre d'exposition, tel que gain et/ou temps d'exposition, et un paramètre d'intensité de l'au moins une source de lumière artificielle, les valeurs desdits paramètres étant fixées à des valeurs prédéterminées dans chaque configuration.
- 45 14. Un procédé d'authentification d'une partie corporelle **caractérisé en ce qu'il** comprend:
- 50
- 55

## EP 4 411 666 A1

- acquérir une image couleur ( $I_{vis}$ ) et une image infrarouge ( $I_{IR}$ ) de ladite partie corporelle par le procédé (300) d'acquisition selon l'une des revendications 7 à 13 et **en ce que** l'objet détecté est une partie corporelle (150) ; et
- authentifier la partie corporelle à partir desdites images couleur ( $I_{vis}$ ) et infrarouge ( $I_{IR}$ ) .

5    **15.** Un dispositif (A) d'authentification d'une partie corporelle, comprenant:

- un système (100) d'acquisition d'image selon l'une des revendications 1 à 5 ; et
- le module (16) de traitement étant configuré pour détecter une partie corporelle (150) à partir de l'image reçue et pour effectuer une authentification de ladite partie corporelle détectée à partir desdites images couleur ( $I_{vis}$ ) et infrarouge ( $I_{IR}$ ).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

[Fig 1]

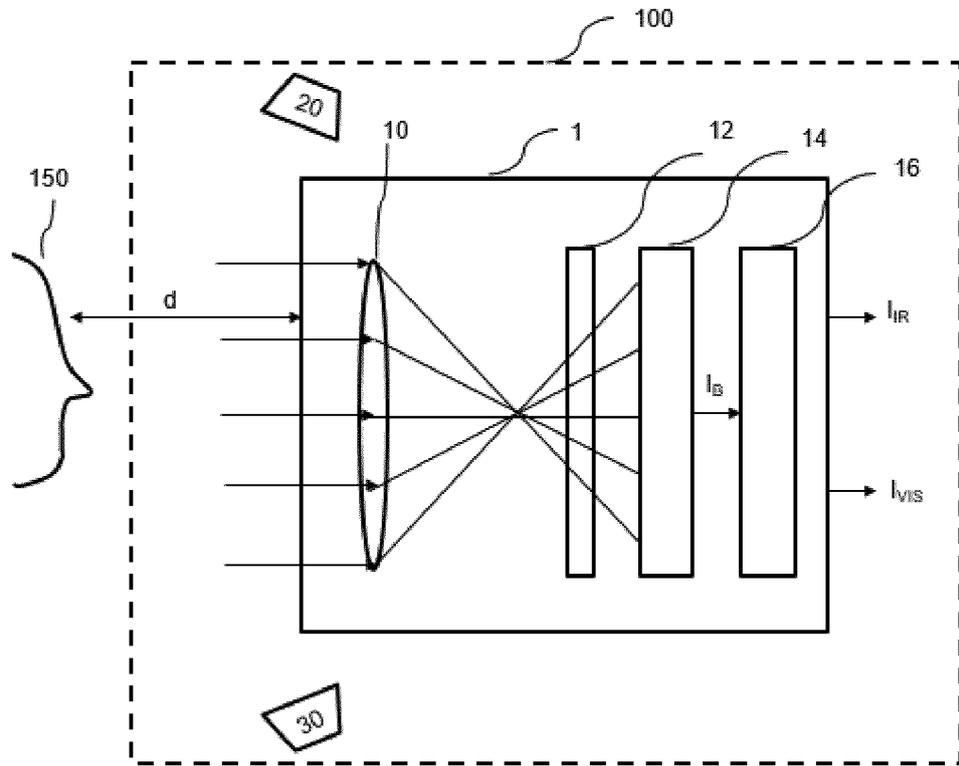


Fig. 1

[Fig 2]

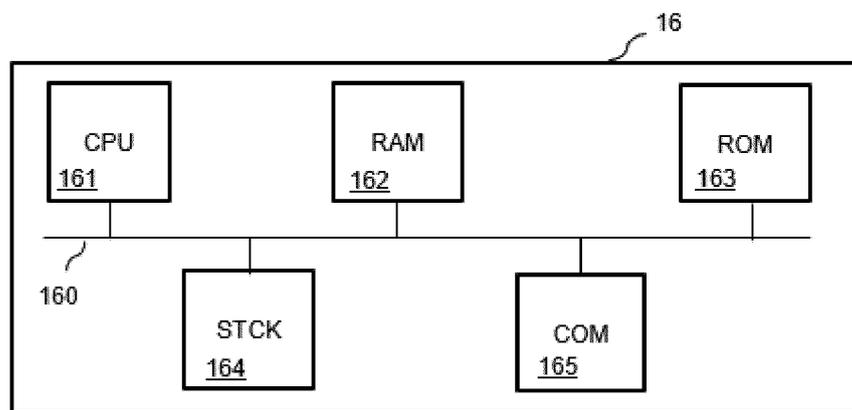


Fig. 2

[Fig 3]

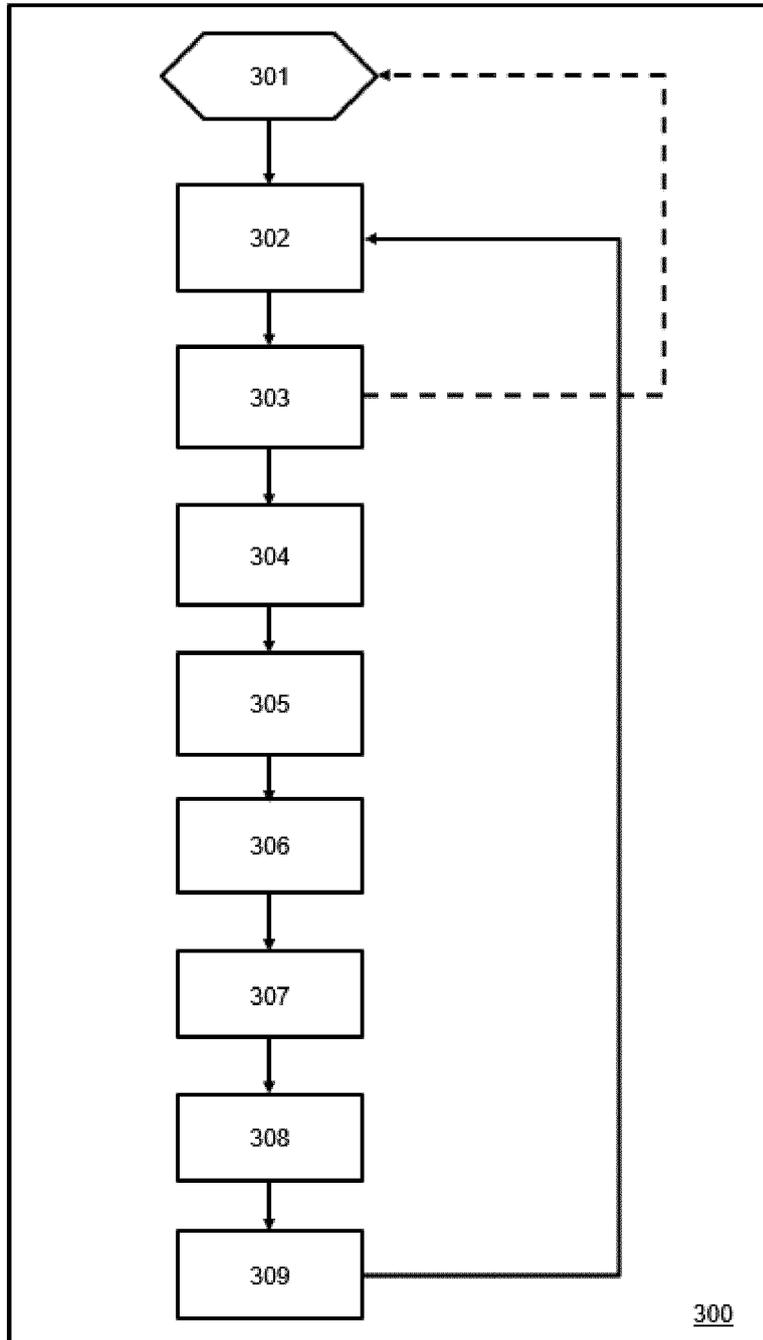


Fig. 3

[Fig 4]

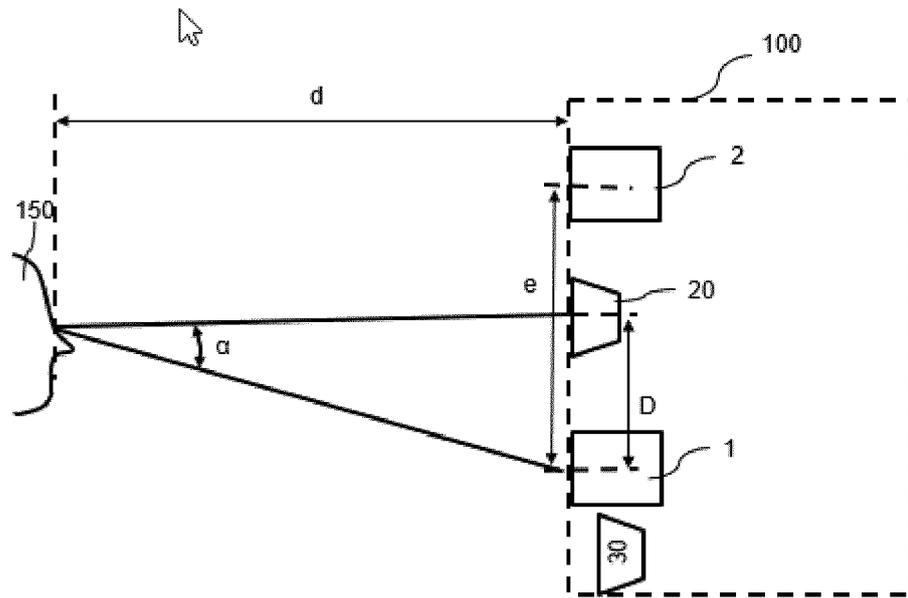


Fig. 4

[Fig 5]

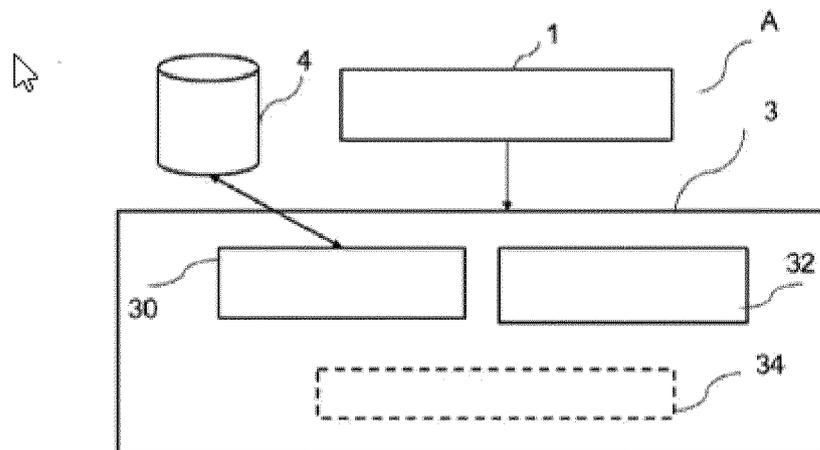


Fig. 5

[Fig. 6]

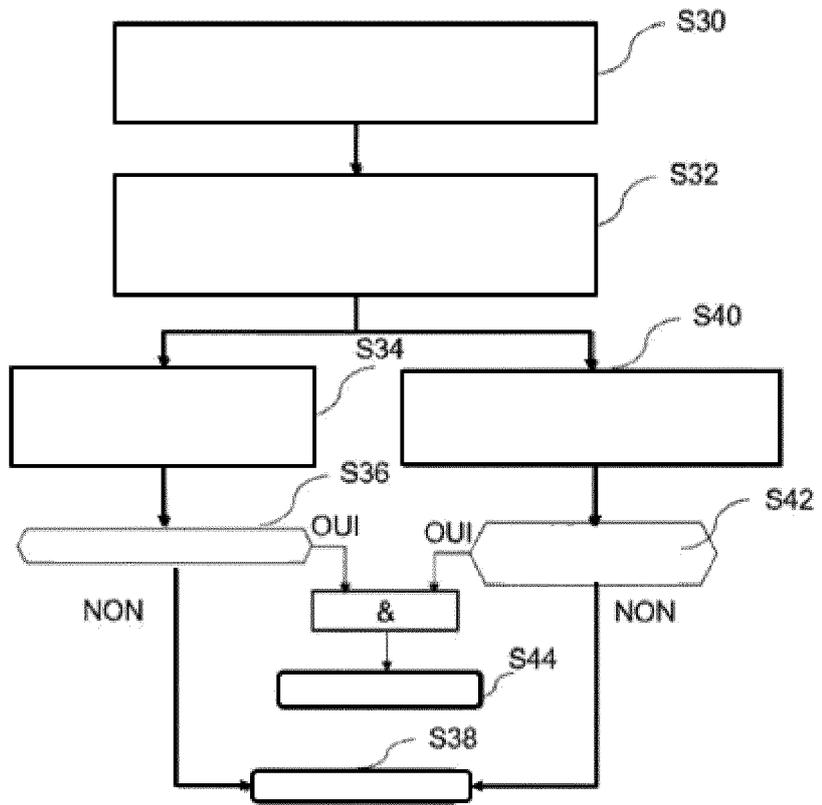


Fig. 6



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 24 15 2159

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Y	EP 3 242 249 A1 (SAFRAN IDENTITY & SECURITY [FR]) 8 novembre 2017 (2017-11-08) * alinéa [0021] - alinéa [0035] * -----	1-15	INV. G06V10/143 G06V40/16 G06V40/40 H04N25/11
Y,D	FR 3 102 324 A1 (IDEMIA IDENTITY & SECURITY FRANCE [FR]) 23 avril 2021 (2021-04-23) * alinéa [0070] - alinéa [0073] * -----	1-15	G06V10/141 H04N25/13 H04N25/131
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			G06V H04N
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>La Haye</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>26 janvier 2024</b>	Examineur <b>Boltz, Sylvain</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	

2  
EPO FORM 1503 03.82 (F04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 24 15 2159

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

26-01-2024

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
<b>EP 3242249</b>	<b>A1</b>	<b>08-11-2017</b>	<b>EP 3242249 A1</b>
			<b>08-11-2017</b>
			<b>FR 3050854 A1</b>
			<b>03-11-2017</b>
			<b>US 2017316195 A1</b>
			<b>02-11-2017</b>
<b>FR 3102324</b>	<b>A1</b>	<b>23-04-2021</b>	<b>AUCUN</b>

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

## RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

### Documents brevets cités dans la description

- FR 3102324 [0004]
- FR 2212301 [0070]

### Littérature non-brevet citée dans la description

- **ALLEYSON et al.** Linear demosaicing inspired by the human visual system. *IEEE Transactions on Image Processing*, Avril 2005, vol. 14 (4), 439-449 [0054]
- **REDMON, J. ; DIVVALA, S. ; GIRSHICK, R. ; FARHADI, A.** You only look once: Unified, real-time object detection. *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 2016, 779-788 [0072]
- **HE et al.** Deep residual learning for image recognition. *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 2016, 770-778 [0120]
- **PARKHI et al.** Deepface recognition. *BMVC*, Septembre 2015, vol. 1 (3), 6 [0122]
- **AGARWAL et al.** Face presentation attack with latex masks in multispectral videos. *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops*, 2017, 81-89 [0122]